

На правах рукописи



Бутенкова Алина Николаевна

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ВИДОВ И СОРТОВ РОДА ФЛОКС
(*PHLOX* L., POLEMONIACEAE)
В ПОДЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

03.02.01 – Ботаника

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск – 2014

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» на кафедре ботаники Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства и в лаборатории интродукции цветочно-декоративных растений Сибирского ботанического сада.

Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент
Беляева Татьяна Николаевна

Официальные оппоненты:

Горошкевич Сергей Николаевич, доктор биологических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория дендрэкологии, заведующий лабораторией

Васильева Ольга Юрьевна, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория интродукции декоративных растений, заведующая лабораторией

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко»
(г. Барнаул)

Защита состоится 18 декабря 2014 года в 16:00 на заседании диссертационного совета Д 212.267.09, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (главный корпус).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке и на сайте федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» www.tsu.ru.

Автореферат разослан ___ ноября 2014 года.

Материалы по защите диссертации размещены на официальном сайте ТГУ: http://tsu.ru/content/news/announcement_of_the_dissertations_in_the_tsu.php.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук,
профессор



Середина
Валентина Петровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Декоративные растения, улучшая санитарно-гигиенические и эстетические условия, способствуют оптимизации окружающей среды, создавая благоприятные условия для жизни человека. Следовательно, актуальным направлением исследований является отбор из мирового ассортимента декоративных растений видов, перспективных для выращивания в конкретной природно-климатической зоне.

В цветочном оформлении населенных пунктов юга Западной Сибири используются, в основном, однолетние растения. В мировой практике озеленения большое внимание уделяется многолетним растениям, имеющим ряд преимуществ по сравнению с однолетними: зимостойкость, значительное разнообразие видов и сортов, возможность создавать экспозиции с длительным декоративным эффектом, стабильность экспозиции на протяжении не менее 5 лет. Этими качествами, а также многими другими, обладают флоксы, относящиеся к числу ведущих декоративных культур, используемых в озеленении и культивируемых во многих странах мира.

Род *Phlox* L. включает около 65 видов, из них чуть более 20 используются в ландшафтном дизайне. Пиком популярности флоксов считают период 1880–1960-х гг., однако, они до сих пор остаются неотъемлемой частью многих садов и парков [Locklear, 2011].

В настоящее время в связи со значительными успехами в селекции получено огромное разнообразие высокодекоративных сортов, практически не изученных в условиях Сибири. Большинство из них реализуют свои декоративные качества только в условиях родины, Северной Америки, и близкой по климату Европы. В более холодных континентальных условиях лесной зоны Западной Сибири существует свой ограниченный ассортимент флоксов, уже очень устаревший и не отвечающий современным тенденциям. В основном он представлен сортами, выведенными до 60-х годов. Следовательно, необходима разработка районированного ассортимента флоксов, наиболее адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона.

Успешное внедрение новых сортов *Phlox* в озеленение городов и других населенных пунктов Западной Сибири невозможно без разработки научных основ их интродукции. При использовании растений необходимо планировать размещение и подбирать агротехнику с учетом их экологических требований и особенностей биоморф.

Степень разработанности темы. Биологические особенности видов и сортов флоксов на территории России изучены недостаточно, что препятствует их широкому использованию в озеленении. Например, практически не применяются сорта флокса Друммонда, способного украсить городские ландшафты в течение продолжительного периода. Основными центрами изучения флоксов являются Москва и Санкт-Петербург, существенно отличающиеся по своим климатическим условиям от Западной Сибири.

Цели и задачи. Целью работы является выявление особенностей биологии видов и сортов рода *Phlox* L. в условиях интродукции в подзоне

южной тайги Западной Сибири в связи с перспективами их практического использования.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить ритмы роста и развития интродуцентов;
- оценить особенности репродуктивной биологии видов и сортов;
- выявить анатомическое строение листовых пластинок флоксов;
- классифицировать сорта по декоративным характеристикам;
- разработать ассортимент рекомендованных для озеленения видов и сортов.

Научная новизна. Впервые на территории Западной Сибири проведено комплексное исследование видов и сортов *Phlox*, изучены антропоэкологические особенности и ряд других репродуктивных характеристик, анатомическое строение листовых пластинок, выявлены консортивные связи, адаптивные нормы реакции видов и сортов, определены уровни изменчивости признаков и оценена эффективность использования препаратов для ускорения ризогенеза.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные новые данные могут быть использованы для решения вопросов биоморфологии, экологии и систематики рода *Phlox*. Результаты исследования расширяют представления о жизненных формах, особенностях побегообразования, онтоморфогенезе видов рода. Данные по сезонному и индивидуальному развитию, декоративным характеристикам позволят проводить научно-обоснованный отбор с учетом современных тенденций в ландшафтном дизайне. По результатам исследований выявлены перспективные виды и 106 сортов для широкого применения в озеленении, а также сорта-доноры ценных признаков для селекционных программ. Данные могут быть использованы для составления методических пособий по цветоводству и в лекционных курсах по ботанике и интродукции растений.

Методология и методы исследования. Исследования проводили в 2007–2014 гг. на коллекционных участках Сибирского ботанического сада и в лабораторных условиях. В работе использованы как классические, так и современные цитогенетические, анатомические и онтогенетические методы и подходы к изучению растений.

Положения, выносимые на защиту.

1. По комплексу морфологических и анатомических признаков исследованные виды и сорта *Phlox* L. принадлежат к 3 морфотипам.

2. Особенности ритмов роста и развития, устойчивости, репродуктивных характеристик и декоративных качеств 106 сортов флоксов позволяют рекомендовать их для широкого применения в озеленении.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты измерений обработаны с применением современных статистических методов с использованием программы Statistica 8.0. Результаты проведенных исследований представлены на 14 конференциях: четырех международных («Биопространство», Томск, 2012; «Проблемы современной биологии», Москва, 2012; «Актуальні проблеми ботаніки та екології», Щолкино, 2013; «Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы», Томск, 2013), четырех

всероссийских («Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий», Кемерово, 2010; «Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий», Иркутск, 2011; «Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы», Томск, 2013; Всероссийское научно-практическое совещание по флоксам «Phlox–2014», Москва, 2014) и одной региональной («Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве, растениеводстве и экономике», Томск, 2012), а также пяти конференциях Томского государственного университета («Старт в науку», Томск, 2008, 2009, 2010, 2011, Молодежная научная конференция Томского государственного университета, Томск, 2009). По теме диссертации опубликовано 13 работ, из которых 5 – в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 185 страницах, состоит из введения, 6 глав, выводов и 2 приложений. Содержит 35 таблиц и 63 рисунка. В списке литературы – 180 наименований, в том числе 78 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю, к.б.н. Татьяне Николаевне Беляевой, профессору, д.б.н. Александру Сергеевичу Ревушкину, профессору, д.б.н. Ирине Ивановне Гуреевой, профессору, д.б.н. Татьяне Петровне Астафуровой, профессору, д.б.н. Александру Леоновичу Эбелю, профессору, д.б.н. Марине Владимировне Олоновой, доценту кафедры защиты растений Юрию Александровичу Чикину, преподавателям кафедры ботаники и Биологического института, сотрудникам Сибирского ботанического сада за щедро переданные знания и дельные советы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 РОД *PHLOX* L. (МОРФОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ ИНТРОДУКЦИИ)

В первой главе приводится краткий обзор таксономии семейства Polemoniaceae и рода *Phlox*. Рассмотрены географические связи, особенности экологии и история интродукции рода *Phlox*. Основными интродукционными и селекционными центрами на территории России являются Москва (Ботанический сад биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [Ефимов, 2014; Матвеев, 2014a], Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН [Кудусова, 2014]) и Санкт-Петербург (Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова [Васильева, 1986]). На территории Сибири изучение флоксов проводится сотрудниками Центрального сибирского ботанического сада СО РАН [Васильева, 2014], НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко [Долганова, 2014], НИИ аграрных проблем Хакасии СО Россельхозакадемии [Мартынова, 2014], однако адаптационные способности флоксов еще недостаточно изучены [Долганова, 2002, 2003].

2 КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 2 состоит из трех разделов. Раздел 2.1 включает два подраздела, где рассмотрены почвенно-климатические условия естественных мест произрастания рода *Phlox* (подраздел 2.1.1) и района исследований (подраздел 2.1.2).

Объектами исследований послужили 118 сортов и форм 11 видов: 2 сорта *Phlox* × *arendsii* Arends, *Phlox amoena* Sims var. *variegata*, *Phlox amplifolia* Britton 'David', *Phlox* 'Bill Baker', 2 сорта *Phlox divaricata* L., 3 сорта *Phlox douglasii* Hook, 8 сортогрупп *Phlox drummondii* Hook., 2 сорта *Phlox maculata* L., 84 сорта *Phlox paniculata* L., *Phlox sibirica* L., 12 сортов *Phlox subulata* L. Изученные виды (за исключением *Phlox sibirica*) в естественных условиях произрастают вдоль восточного побережья Северной Америки (раздел 2.2). Приводятся сведения об их географическом распространении и фитоценотической приуроченности.

Методики исследований изложены в разделе 2.3.

При изучении ритма сезонного развития видов флоксов использовали ряд общепринятых методик [Борисова, 1965, 1972; Методы фенологических наблюдений..., 1966; Бейдеман, 1974; Карписонова, 1985]. Динамику линейного роста побегов изучали в соответствии с методикой Н.И. Майсурадзе [1984]. Для уточнения фаз развития цветка определялась способность рылец к восприятию пыльцы при помощи реакции Робинсона [Robinshon, 1924]. Изучение биологических особенностей пыльцы проводили по методикам Г. Эрдтмана [1956], В.А. Пухальского [2007], И.Н. Голубинского [1974]. Антэкологические наблюдения проводили с учетом работы А.Н. Пономарева [1960].

Изучение репродуктивной биологии *Phlox* было проведено в соответствии с общепринятыми методическими разработками [Левина, 1981; Николаева, 1985, 1999]. Изучение морфо-биологических особенностей семян (размеры, масса 1000 шт., всхожесть) проводили согласно работам З.Т. Артюшенко [1986] и М.Г. Николаевой [1999]. Семенная продуктивность видов определялась по общепринятым методикам [Вайнагий, 1974; Методические указания..., 1980].

В качестве фунгицида при проращивании семян использовали препарат 2-метилимидозол в концентрации 0,2 % и 0,5 %. Оценку индекса токсичности проводили по общепринятой методике [Методы определения токсичности..., 1970].

В качестве методической основы для изучения вегетативного размножения флоксов (черенкование) в условиях культуры использовали работу Е.Н. Константиновой [2002]. В опыте по изучению ризогенеза черенков, также было оценено действие стимуляторов корнеобразования «Циркон» и «Корневин». Для изучения декоративных качеств сортов использовали классификацию, предложенную И.В. Матвеевым [2014].

Изучение онтогенеза проводили на основе онтоморфогенетического и сравнительно-морфологического методов [Онтогенетический атлас..., 1997;

Ценопопуляции растений 1976, 1988]. Биометрические измерения проводили на 25–50 модельных побегах каждого образца.

В качестве методической основы для изучения анатомического строения листовых пластинок флоксов использованы общепринятые методики [Вехов, 1980], работы К. Эзау [1980, Кн. 1, 2], Ч.Ш. Каратаевой, А.С. Дариева и А.А. Паутова [Вопросы сравнительной и экологической анатомии, 2003; Паутов, 2012], М.А. Барановой [1985], С.Ф. Захаревича [1954], устьичный индекс рассчитывали по формуле А. Кёстнер [Kästner, 1972]. Срезы делали в пятикратной повторности на листьях, собранных с пяти побегов; для каждого образца анализировали не менее 25 срезов [Аппельт, 1959].

Результаты измерений обрабатывали статистически по методике Г.Н. Зайцева [1973] с использованием программы Statistica 8.0. Определяли следующие показатели: среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической, стандартное отклонение, коэффициент вариации. При проверке статистических гипотез использовали t-тест Стьюдента и F-критерий Фишера. Уровни варьирования приняты по Г.Н. Зайцеву: $CV > 20\%$ – высокий, $CV = 11–20\%$ – средний, $CV < 10\%$ – низкий. Анатомические показатели эпидермы считаются маловариабельными, если коэффициент вариации $CV < 20\%$, средневариабельными – при $CV = 20–40\%$, сильновариабельными – при $CV > 40\%$ [Бутник, 1987].

3 ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ИНТРОДУЦЕНТОВ

3.1 Сезонный ритм развития

Сезонные ритмы растений проявляются в чередовании периодов роста и покоя, а также в прохождении фенологических фаз. Отрастание флоксов происходит в среднем 26 апреля ± 7 дней, через 5–10 дней после схода снега (в случае теплой весны побеги появляются еще под снегом). Первым зацветает *Phlox amoena* (через 27 ± 5 дней после отрастания). Затем начинают цвести флокс шиловидный и флокс Дугласа (через 33 ± 2 дня после отрастания). Сроки цветения *Phlox subulata* и *Phlox douglasii* перекрываются с сортами *Phlox divaricata*. Начало фенофазы цветения *Phlox* ‘Bill Baker’ происходит через 44 ± 10 дней после отрастания. В июле начинают последовательно цвести сорта кустовых флоксов.

Phlox paniculata отличается большей стабильностью сроков цветения, например, сроки цветения сортов ‘Brigadier’, ‘Николас Фламмель’, ‘Румяный’ смещаются не более, чем на неделю.

По характеру феноритмотипа флоксы отнесены к длительновегетирующим растениям. Сорта *Phlox subulata*, *Phlox douglasii*, *Phlox sibirica* и *Phlox amoena* являются весенне-летне-зимнезелеными раннецветущими растениями; *Phlox* ‘Bill Baker’, *Phlox divaricata* и *Phlox maculata* – весенне-летне-осеннезелеными летнецветущими растениями с зимним периодом покоя; *Phlox* \times *arendsii*, *Phlox amplifolia*, *Phlox paniculata* – весенне-летне-осеннезелеными

летне-осеннецветущими растениями с зимним периодом покоя. *Phlox drummondii* – однолетний с длительным летне-осенним периодом цветения.

В разделе также приведена классификация по срокам цветения.

3.2 Онтогенез

В качестве модельных видов для изучения онтогенеза были выбраны растения различных биоморф: *Phlox paniculata*, *Phlox* ‘Bill Baker’, *Phlox subulata*, *Phlox drummondii*. В онтогенезе флоксов выделено 3 периода и 7 возрастных состояний. Выявлена поливариантность онтогенеза. Изученные виды отличаются темпами развития и сроками прохождения возрастных состояний.

4 РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ ВИДОВ И СОРТОВ РОДА *PHLOX* L.

4.1 Антэкологические особенности

Цветки флокса являются специализированными к отдельным видам опылителей. Комплекс опылителей флоксов в условиях подзоны южной тайги Западной Сибири включает *Bombus hypnorum*, *Bombus lucorum* (Hymenoptera), *Aglais urticae*, *Aporia crataegi*, *Gonepteryx rhamni*, *Inachis io*, *Melitaea phoebe*, *Pieris brassicae*, *P. napi* (Lepidoptera).

Развитие флоральной структуры побеговой системы зависит от погодных условий вегетационного периода и возраста растений. У зрелых генеративных особей при отсутствии повреждений статистически значимые различия между числом цветков на побег по годам отсутствуют.

Продолжительность функционирования венчика флоксов колеблется от 3 до 15 дней (таблица 1) в зависимости от вида, сорта и погодных условий: максимальная средняя продолжительность у *Phlox drummondii* – до 10 дней. У *Phlox paniculata* выявлена зависимость продолжительности функционирования венчика от его диаметра: чем больше диаметр венчика, тем меньше период его декоративности. Данная закономерность обусловлена меньшей привлекательностью мелких цветков для опылителей и их большей устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды (дождь, ветер и др.)

Продолжительность функционирования соцветия варьирует от 9 дней у *Phlox subulata*, имеющего малоцветковые соцветия (3–9 цветков), до 45 дней у *Phlox maculata*, имеющего плотное компактное соцветие, состоящее из большого количества цветков. Максимальный декоративный эффект наблюдается через 8–12 дней от начала цветения; после прохождения пика числа распутившихся цветков соцветие теряет плотность, даже при достаточно большом количестве функционирующих цветков. Таким образом, продолжительность функционирования соцветия зависит, прежде всего, от количества составляющих его цветков, характерных для вида и сорта. *Phlox amoena*, *Phlox divaricata*, *Phlox douglasii* и *Phlox subulata* имеют малоцветковые соцветия (в среднем 3 цветка) и быстро отцветают.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика цветения видов и сортов *Phlox*

№ п/п	Название	Продолжительность функционирования венчика, дни	Продолжительность функционирования соцветия, дни
1.	<i>Ph. × arendsii</i>	8–12	35–40
2.	<i>Ph. amoena</i>	5	7–10
3.	<i>Ph. amplifolia</i>	7–9	15–20
4.	<i>Ph. 'Bill Baker'</i>	6–8	15–21
5.	<i>Ph. divaricata</i>	4–8	10–12
6.	<i>Ph. douglasii</i>	6–7	8–13
7.	<i>Ph. drummondii</i>	9–11	20–41
8.	<i>Ph. maculata</i>	6–8	33–45
9.	<i>Ph. paniculata</i>	3–15	16–38
10.	<i>Ph. subulata</i>	8–9	9–21

При культивировании в условиях южной тайги Западной Сибири пыльники в цветке функционируют от момента распускания бутона на протяжении 1–2 дней. Рыльце созревает через 2–3 дня после распускания цветка и сохраняет способность к восприятию пыльцы на протяжении 6–8 дней. Механизмами, препятствующими самоопылению, является протерандрия и пространственное разделение частей цветка (пыльники и рыльца).

4.2 Морфология, фертильность и жизнеспособность пыльцы

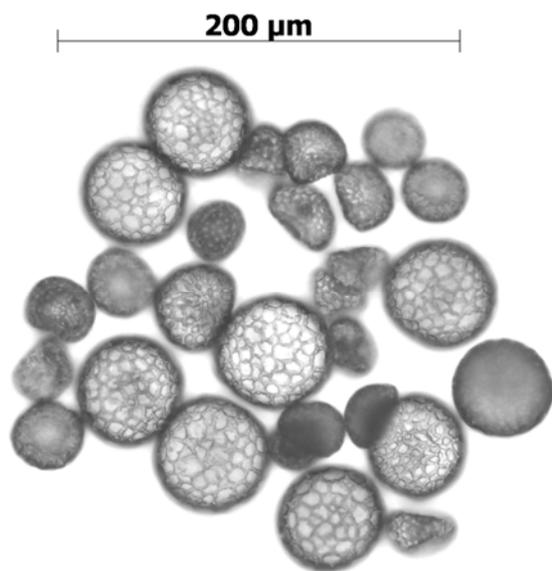


Рисунок 1 – Пыльца *Ph. paniculata* 'Привет'

Изученные виды и сорта флокса отличаются, главным образом, размерами пыльцевых зерен. Самыми крупными пыльцевыми зёрнами характеризуется *Phlox × arendsii* (59,94–60,85 мкм в диаметре), самыми мелкими – *Phlox amoena* (24,5–36,9 мкм). Пыльцевые зёрна изученных видов многопоровые, сфероидальные, округлой формы; поры округлые от 2,2–2,9 мкм в диаметре у *Phlox subulata* до 5,9–7,3 мкм у *Phlox paniculata* (рисунок 1); скульптура экзины сетчатая с округлыми ячейками; толщина экзины от 2,9–3,7 мкм у *Phlox divaricata* до 4,3–5,9 мкм у *Phlox paniculata*. В большинстве случаев, размеры пыльцевых зерен разных сортов одного вида относятся к одной

генеральной совокупности и не имеют статистически значимых отличий средних и дисперсий.

Высокие показатели фертильности пыльцы отмечены у *Phlox amoena*, *Phlox* ‘Bill Baker’, *Phlox douglasii*, сортов *Phlox drummondii* (что в немалой степени объясняет регулярное плодоношение и образование полноценных семян), *Phlox maculata* и сортов *Phlox subulata*. Фертильность пыльцы *Phlox paniculata* колеблется в широких пределах от 14 до 98%. Выявлено 32 сорта, отличающихся высоким процентом фертильной пыльцы.

Максимальное прораствание пыльцы большей частью отмечено на агаре с содержанием сахарозы 30%. Наиболее жизнеспособная пыльца у сортов флокса метельчатого ‘Привет’ и ‘Туман’. Практически нежизнеспособна пыльца сортов *Phlox paniculata* ‘Васюганье’, ‘Снежок’, ‘Панама’, ‘Арктика’, а также *Phlox subulata* ‘Atropurpurea’.

4.3 Морфо-биологические особенности плодов и семян

4.3.1 Морфология плодов и семян

Выявлены виды и сорта с минимальными и максимальными абсолютными показателями размеров плодов и семян. Размеры коробочек в большинстве случаев имеют низкий уровень варьирования по видам и сортам. Семена флоксов преимущественно продолговато-овальной формы, темноокрашенные, с морщинистой поверхностью и продольной бороздкой 0,2–0,3 мм шириной на брюшной стороне. Наиболее крупными семенами обладают *Phlox paniculata* и *Phlox amplifolia* (2,8–5,8 мм длиной, 1,6–3,9 мм шириной и 3,6–4,7 мм длиной, 2,1–3,4 мм шириной соответственно), мелкими – *Phlox subulata* и *Phlox drummondii* (1,9–2,7 мм длиной, 1,1–1,8 мм шириной и 2,1–3,2 мм длиной, 1,2–2,2 мм шириной соответственно). Размеры семян могут незначительно изменяться по годам, но статистически каждая выборка относится к одной генеральной совокупности и не имеет значимых отличий.

4.3.2 Анатомическое строение семян

Семена флоксов имеют тонкую (18,23–25,52 мкм) твердую семенную кожуру, образованную экзотестой и мезотестой. Эндосперм обильный и полностью окружает зародыш. Зародыш прямой, зеленый, его размеры соизмеримы с длиной семени. Зародыш дифференцирован на семядоли, почечку, гипокотиль и зародышевый корень. На семядолях хорошо заметно жилкование.

Незрелые семена, вопреки литературным данным [Чигаева, 1958], не прорастают, а если прорастают, проросток не имеет развитого корешка и оказывается крайне нежизнеспособным. В незрелых семенах, даже при нормальной форме и размерах, может быть поврежден эндосперм, а иногда и зародыш.

4.3.3 Семенная продуктивность и всхожесть семян

Несмотря на высокие показатели фертильности пыльцы, в условиях подзоны южной тайги Западной Сибири нерегулярно плодоносят *Phlox amoena*, *Phlox divaricata*, *Phlox douglasii*, *Phlox subulata*, а также некоторые сорта *Phlox paniculata* ('Восток', 'Nora Leigh', 'Кирмеслендер' и др.). *Phlox maculata* 'Schneepyramide', 'Соната' и сортогруппа 'Feelings' флокса метельчатого являются стерильными.

Флокс 'Bill Baker' имеет невысокий процент плодоцветения, отличающийся высоким уровнем варьирования, тем не менее, плоды завязываются ежегодно, семена полноценные, выполненные. При сравнении сортов флокса Друммонда максимальное значение процента плодоцветения выявлено у сортогруппы 'Созвездие' (17,5%). Процент плодоцветения флокса метельчатого достигает 25% и значительно варьирует в зависимости от сорта. Наибольший процент образовавшихся плодов отмечен у сортов 'Swirly Burly', 'Новинка' и 'Юность'. Процент плодоцветения варьирует по годам, при этом в пределах сорта, даже при статистически значимых отличиях, разница не превышает 10%.

Потенциальная семенная продуктивность изученных видов и сортов флоксов колебалась в пределах от 41 (*Phlox divaricata*) до 1112 (*Phlox paniculata* 'Jade') семян в среднем на побег. Потенциальная семенная продуктивность значительно отличается от реальной, превышая ее в 4,5 (*Phlox paniculata* 'Swirly Burly') – 218,6 (*Phlox paniculata* 'Привет') раз. Число полноценных семян на побег видов и сортов *Phlox* зависит от погодных условий в период плодоношения и максимально достигает 91 семени на побег у сорта 'Swirly Burly' флокса метельчатого.

Интегральным показателем, отражающим реализацию репродуктивных возможностей, является коэффициент семенификации. Наибольшими значениями данного показателя обладают сорта *Phlox paniculata* 'Swirly Burly', 'Новинка' и 'Юность', в меньшей степени 'Laura' и 'Золушка'. Коэффициент семенификации у всех изученных видов и сортов отличается высоким и очень высоким уровнем варьирования.

Семена однолетнего флокса Друммонда не имеют физиологического покоя, а их всхожесть в лабораторных условиях варьирует в зависимости от сортогруппы и условий эксперимента – от 34 до 94%. Максимальную всхожесть имеют семена *Phlox drummondii*, сортогруппы 'Шанель' (94%). Использование гибберелловой кислоты у большинства сортов увеличивает всхожесть семян и ускоряет их прорастание, смещая максимум на более ранние сроки.

Семена многолетних видов флокса обладают физиологическим покоем [Николаева, 1985]. Продолжительность холодной стратификации (при

температуре +5°C) у флоксов метельчатого и шиловидного варьирует от 49 дней при посеве в декабре до 20 дней при посеве в феврале. Семена флокса ‘Bill Baker’ отличаются глубоким покоем – от 5 до 9 месяцев. Обработка семян гибберелловой кислотой значительно повышает их всхожесть (рисунок 2).

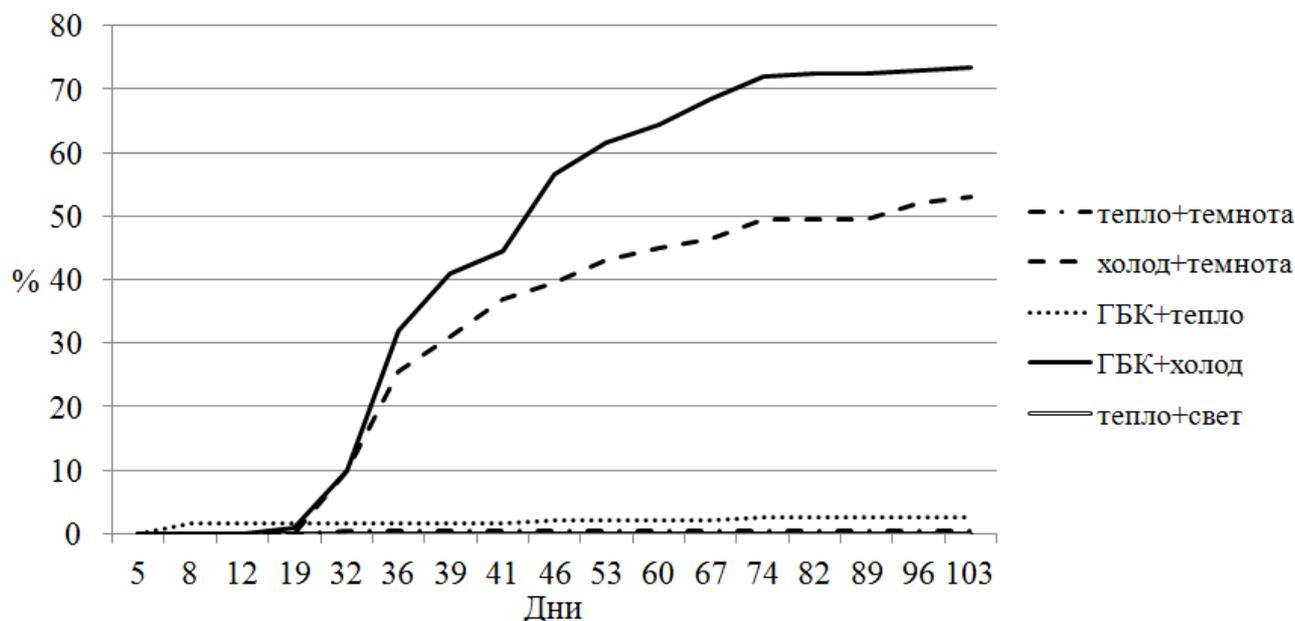


Рисунок 2 – Динамика прорастания *Phlox paniculata* в различных условиях (на примере сорта ‘Сиреневый Закат’)

Всхожесть семян большинства сортов *Phlox paniculata* низкая и зависит от степени их созревания. Сорт ‘Сиреневый Закат’, созревание плодов которого происходит до наступления первых заморозков, имеет высокую всхожесть семян – до 80%.

При посеве рекомендована предварительная обработка семян фунгицидами или комплексными препаратами для профилактики грибных заболеваний; новый препарат 2-метилимидозол для данных целей не рекомендован, ввиду его высокой токсичности.

4.4 Вегетативное размножение флоксов

Размножение флоксов делением корневища с почками возобновления характеризуется невысоким коэффициентом размножения, однако деленки имеют максимальную приживаемость.

Стеблевое черенкование является максимально продуктивным, но наиболее трудозатратным способом вегетативного размножения. Процент приживаемости стеблевых черенков *Phlox subulata* составляет 73–92%, *Phlox paniculata*, *Phlox × arendsii*, *Phlox amplifolia*, *Phlox maculata* 25–90%,

Phlox ‘Bill Baker’ и *Phlox divaricata* до 95%. После черенкования растение переходит в виргинильное состояние и цветет на следующий год. Практически не приживались черенки *Phlox amoena* и *Phlox douglasii*. Максимальные показатели укореняемости стеблевых черенков выявлены у сортов *Phlox paniculata* ‘Станислав Парковый’, ‘Амарантовый Гигант’, ‘Румяный’, ‘Розовый Районант’ и ‘Снежок’.

Влияние фитогормонов на укореняемость черенков *Phlox paniculata* изучали с использованием стимуляторов корнеобразования: «Циркон» и «Корневин». Эффективным стимулятором ризогенеза является «Корневин» (рисунок 3), который увеличивал как процент укоренившихся черенков, так и объем корневой системы, по сравнению с контрольными образцами.

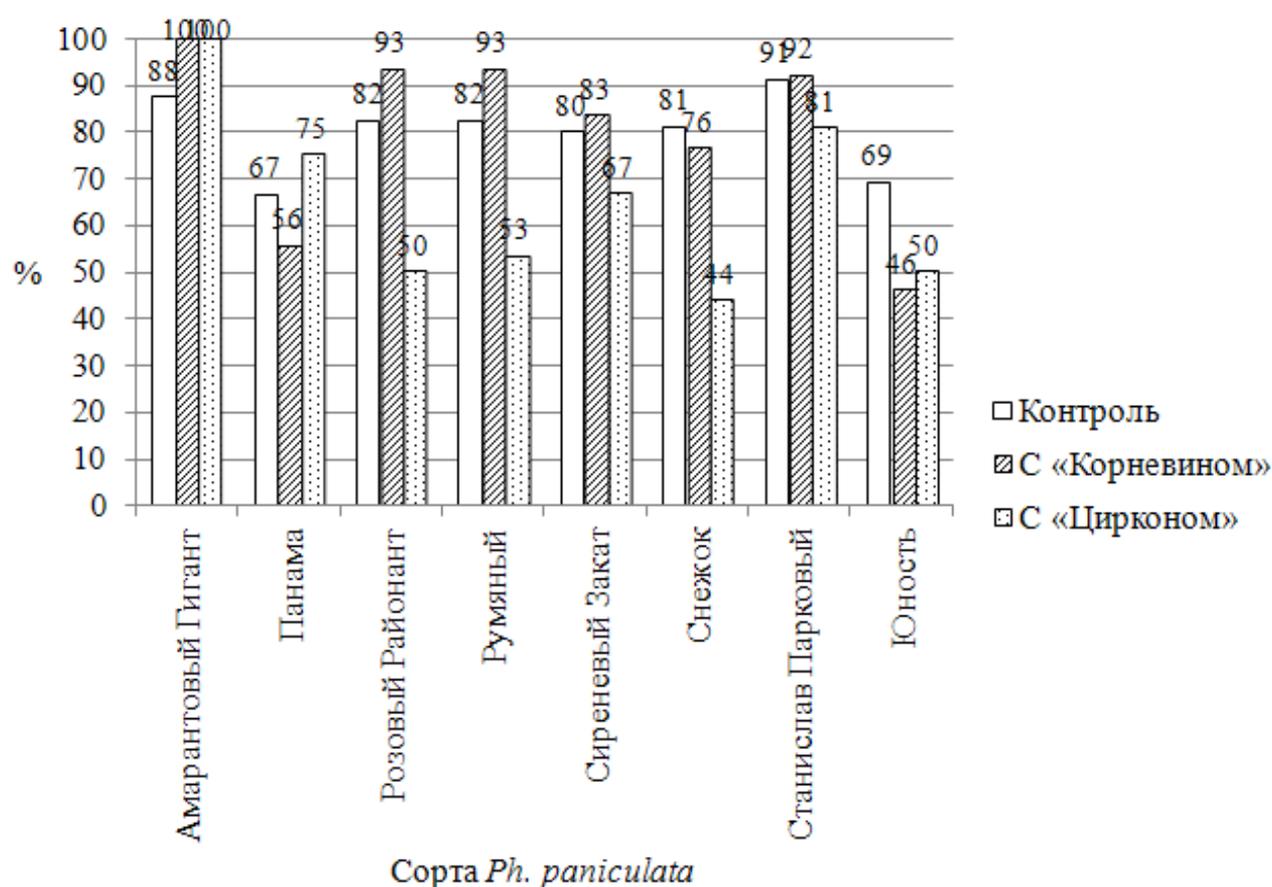


Рисунок 3 – Укореняемость черенков сортов *Phlox paniculata*, %

При использовании способа раннего весеннего побегового черенкования *Phlox paniculata*, *Phlox maculata*, *Phlox amplifolia*, *Phlox × arendsii*, *Phlox* ‘Bill Baker’, *Phlox divaricata* с участком корневища («пяткой»), укореняемость сортов *Phlox maculata*, *Phlox paniculata* ‘И.С. Бах’, ‘Невеста’, ‘Панама’ и ‘Станислав Парковый’ составила 99,9%. Данный способ рассматривается как оптимальный для условий подзоны южной тайги Западной Сибири.

5 АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ВИДОВ И СОРТОВ *PHLOX*

Изученные виды рода *Phlox* L. отличаются по комплексу анатомических и морфологических признаков строения листовых пластинок.



Рисунок 4 – Поперечный срез листа
Phlox sibirica

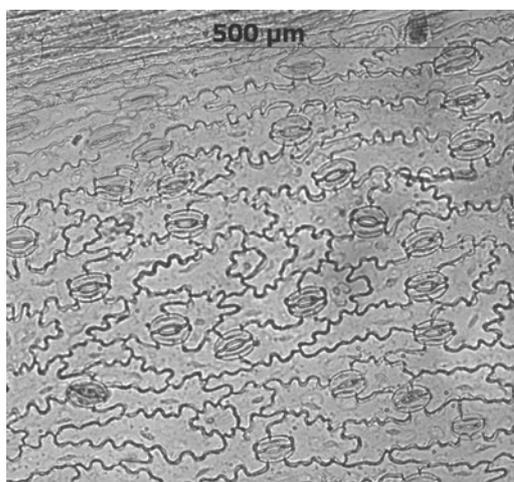


Рисунок 5 – Верхняя эпидерма
Phlox sibirica

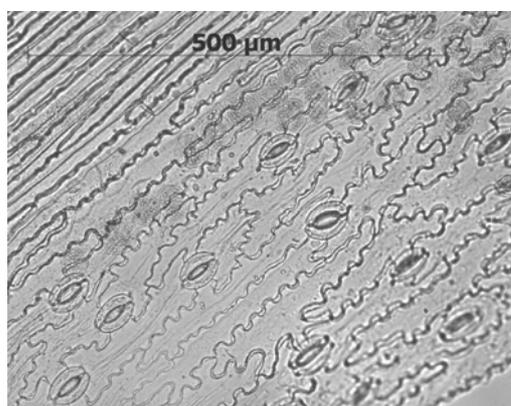


Рисунок 6 – Нижняя эпидерма
Phlox sibirica

Общими чертами являются дорсовентральные листья, закрытые коллатеральные пучки, 1–3-слойный столбчатый мезофилл, аномоцитный тип устьичного аппарата. Наиболее стабильными характеристиками анатомии листьев являются толщина листа в районе срединной жилки, длина клеток верхнего слоя мезофилла, число эпидермальных клеток, размеры устьиц, которые, наряду с особенностями строения мезофилла, проводящих пучков и характеристиками устьичного аппарата могут служить дополнительными диагностическими признаками при определении видов. В соответствии с морфологическими особенностями листа и их анатомическим строением виды подразделены на 3 морфотипа: преобладают мезофитные характеристики (*Phlox* × *arendsii*, *Phlox amplifolia*, *Phlox maculata*, *Phlox paniculata*); сочетают мезофитные и ксерофитно-гелиофитные признаки (*Phlox* ‘Bill Baker’, *Phlox divaricata*, *Phlox drummondii*); характеризуются ксерофитно-гелиофитными признаками (*Phlox amoena*, *Phlox douglasii*, *Phlox sibirica* (рисунки 4–6), *Phlox subulata*). Полученные данные позволяют разработать рекомендации культивирования в зависимости от их экологических особенностей.

6 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДОВ И СОРТОВ ФЛОКСА

Успех интродукции видов и сортов растений определяется комплексом признаков, важнейшими из которых являются: зимостойкость, а также устойчивость к другим неблагоприятным факторам среды, в том числе болезням и вредителям, полнота прохождения большого и малого жизненного цикла, сохранение растением в культуре присущего ему габитуса, возможность семенного и вегетативного размножения [Карписонова, 1985]. Вместе с тем при подборе растений для ландшафтного дизайна необходимыми критериями отбора являются декоративные качества (окраска и размеры цветков и соцветий, обилие и продолжительность цветения и др.).

6.1 Болезни флоксов

При интродукции флоксов в Западной Сибири, наиболее распространенными грибными болезнями являются септориоз (возбудитель – грибы рода *Septoria*), мучнистая роса (возбудитель – *Erysiphe cichoracearum*), фомоз (*Phoma phlogis* (Roum.) Speg.). В сочетании с неблагоприятными погодными условиями могут быть опасны болезни увядания – фузариоз (виды *Fusarium*) и вертициллез (*Verticillium albo-atrum* R. et B.).

Устойчивы к грибным болезням *Phlox amoena*, *Phlox* ‘Bill Baker’, *Phlox divaricata*, *Phlox douglasii*, *Phlox drummondii* и *Phlox subulata*.

Phlox × *arendsii*, *Phlox amplifolia*, *Phlox maculata* и *Phlox paniculata* подвержены септориозу и мучнистой росе в разной степени. Видимых признаков мучнистой росы не выявлено на особях флокса Арендса и флокса широколистного. Флокс пятнистый устойчив к септориозу, но при этом сильно страдает от мучнистой росы.

Характер и степень поражения флоксов мучнистой росой и септориозом в определенной мере зависит от сорта, и при подборе растений для озеленения необходимо учитывать чувствительность сорта к инфекционным болезням. Один и тот же сорт может быть в разной степени подвержен грибным болезням в различных условиях выращивания [Беляева, 2012б].

6.2 Декоративные характеристики изученных видов и сортов

В разделе приведена классификация изученных видов и сортов по декоративным характеристикам (высота побегов, размеры соцветия, диаметр цветка, окраска венчика и период цветения).

На основе проведенных исследований с учетом зимостойкости, способности к вегетативному размножению, декоративных характеристик и устойчивости сортов к грибным болезням для озеленения населенных пунктов

подзоны южной тайги Западной Сибири рекомендовано 106 сортов (10 видов) флоксов. Основу рекомендованного ассортимента составляют сорта отечественной селекции.

6.3 Рекомендации по практическому использованию в ландшафтном дизайне

Для широкого использования в цветочном оформлении населенных пунктов подзоны южной тайги Западной Сибири рекомендованы 6 сортогрупп *Phlox drummondii*, отличающихся холодостойкостью, устойчивостью к болезням и вредителям и продолжительным цветением до поздней осени. Предпочтительна посадка флокса Друммонда на солнечных участках с богатыми гумусом почвами, однако, он может успешно произрастать и на бедных умеренно увлажненных почвах. Сортогруппы предложены для клумб, рабаток, бордюров, массивов, контейнерного озеленения, оформления переднего плана миксбордера, окантовки групп.

Phlox amoena, *Phlox 'Bill Baker'*, *Phlox divaricata*, *Phlox douglasii* и *Phlox subulata* отличаются устойчивостью в культуре, могут быть рекомендованы для каменистых садов, склонов и композиций пейзажного стиля. При выращивании этих видов следует особое внимание уделять дренированию почв. *Phlox subulata* также рекомендуется для оформления пространства между отдельными элементами композиций вместо газона и выращивания на склонах для предотвращения развития эрозионных процессов.

Phlox × arendsii, *Phlox amplifolia*, *Phlox maculata* и *Phlox paniculata* в зависимости от высоты, характерной для сорта, подразделены на несколько групп различного назначения.

Phlox sibirica в культуре неустойчив. Выращивается редко, преимущественно в ботанических садах, на открытых солнечных, сухих, каменистых участках с хорошим дренажем. Засухоустойчив, не выносит переувлажнения.

ВЫВОДЫ

1. По характеру феноритмотипа исследованные виды и сорта *Phlox* подразделены на 4 группы: весенне-летне-зимнезеленые раннецветущие (*Phlox subulata*, *Phlox amoena*, *Phlox douglasii*, *Phlox sibirica*); весенне-летне-осеннезеленые летнецветущие (*Phlox 'Bill Baker'*, *Phlox divaricata*, *Phlox maculata*); весенне-летне-осеннезеленые летне-осеннецветущие (*Phlox × arendsii*, *Phlox amplifolia*, *Phlox paniculata*); *Phlox drummondii* – однолетний с длительным летне-осенним периодом цветения.

2. Видовой состав опылителей цветков *Phlox* включает представителей 2 отрядов (Hymenoptera, Lepidoptera) и 7 родов. Самоопылению флоксов

препятствует протерандрия. Продолжительность функционирования венчика флоксов колеблется от 3 до 15 дней в зависимости от размера венчика и от видовой и сортовой принадлежности. Продолжительность функционирования соцветий варьирует от 9 до 45 дней и зависит, прежде всего, от числа составляющих его цветков.

3. Пыльцевые зерна исследованных флоксов сфероидальные, многопоровые, скульптура экзины сетчатая с крупными ячейками, поры сферические. Большинство видов характеризуется высокой фертильностью пыльцы. Фертильность пыльцы *Phlox paniculata* значительно варьирует от 14 до 98%, выявлено 32 сорта с высокими показателями фертильности, перспективных для селекции.

4. *Phlox subulata*, *Phlox douglasii*, *Phlox divaricata* и *Phlox amoena* плодоносят нерегулярно. *Phlox* 'Bill Baker' ежегодно завязывает полноценные плоды. Реальная семенная продуктивность значительно отличается от потенциальной семенной продуктивности. *Phlox drummondii*, сорта *Phlox paniculata* 'Swirly Burly', 'Новинка' и 'Юность' максимально реализуют свои репродуктивные способности. *Phlox maculata* 'Schneerugamide', 'Соната' и сортогруппа 'Feelings' *Phlox paniculata* являются стерильными.

5. Семена исследованных видов и сортов *Phlox* отличаются цветом, формой и размерами и имеют дифференцированный зародыш. Семена *Phlox drummondii* светочувствительные, характеризуются наиболее высокой всхожестью (до 94%), не имеют периода покоя. Обработка семян гибберелловой кислотой ускоряет их прорастание и увеличивает всхожесть. Продолжительность холодной стратификации у *Phlox paniculata* варьирует от 49 дней при посеве в декабре до 20 дней при посеве в феврале, семена *Phlox* 'Bill Baker' отличаются глубоким покоем от 5 до 9 месяцев.

6. Максимальная приживаемость растений выявлена при вегетативном размножении путем деления особи и раннем весеннем побеговом черенковании с участком корневища, максимальная продуктивность – при стеблевом черенковании с использованием стимулятора роста «Корневин».

7. По комплексу морфологических и анатомических признаков выделено 3 морфотипа флоксов: преобладают мезофитные характеристики (*Phlox × arendsii*, *Phlox amplifolia*, *Phlox maculata*, *Phlox paniculata*); сочетают мезофитные и ксерофитно-гелиофитные признаки (*Phlox divaricata*, *Phlox* 'Bill Baker', *Phlox drummondii*); характеризуются ксерофитно-гелиофитными признаками (*Phlox amoena*, *Phlox douglasii*, *Phlox sibirica*, *Phlox subulata*).

8. Для широкого применения в озеленении рекомендованы 106 сортов: *Phlox × arendsii*, *Phlox amoena*, *Phlox amplifolia*, *Phlox* 'Bill Baker', *Phlox divaricata*, *Phlox douglasii*, 6 сортогрупп *Phlox drummondii*, *Phlox maculata*, 75 сортов *Phlox paniculata* и *Phlox subulata*. Основу рекомендованного ассортимента составляют сорта отечественной селекции. Флокс сибирский в условиях подзоны южной тайги Западной Сибири неустойчив.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

Статьи, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации для опубликования основных научных результатов диссертаций:

1. Беляева Т.Н. Интродукция видов и сортов флокса (*Phlox* L.) в Сибирском ботаническом саду / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова** // Вестник ИрГСХА. – 2011. – Вып. 44–6. – С. 27–34. – 0,41 / 0,21 п.л.

2. Беляева Т.Н. Сравнительная оценка сортов флокса (*Phlox* L.) при интродукции на юге Томской области / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова**, Ю.А. Чикин, О.А. Гайворонских // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – № 4 (20). – С. 68–76. – 0,39 / 0,10 п.л.

3. Беляева Т.Н. Особенности прорастания семян и строения листовой пластинки флокса Друммонда / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова** // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 6 (229). – С. 59–63. – 0,23 / 0,11 п.л.

4. Беляева Т.Н. Флоксы в Сибирском ботаническом саду / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова** // Цветоводство. – 2013. – Т. 5, № 5. – С. 34–37. – 0,62 / 0,31 п.л.

5. **Бутенкова А.Н.** Структура листовых пластинок видов рода *Phlox* L. (Polemoniaceae), интродуцированных в Сибирском ботаническом саду / А.Н. Бутенкова, Т.Н. Беляева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 730–734. – 0,48 / 0,39 п.л.

Другие публикации по теме диссертации:

6. Беляева Т.Н. Репродуктивная биология видов и сортов *Phlox* L. (Polemoniaceae) при интродукции в лесной зоне Западной Сибири / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова** // Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий : сборник научных трудов Кемеровского отделения РБО / под ред. А.Н. Куприянова. – Кемерово : Ирбис, 2010. – Вып. 6. – С. 112–114. – 0,18 / 0,09 п.л.

7. **Бутенкова А.Н.** Жизненные формы и сезонные ритмы флоксов с точки зрения их применения в садово-парковом искусстве / А.Н. Бутенкова, Т.Н. Беляева // Биопространство : материалы Международной молодежной конференции в рамках фестиваля науки / отв. ред. А.М. Данченко ; Том. гос. ун-т. – Томск, 2012. – С. 226–233. – 0,37 / 0,30 п.л.

8. Беляева Т.Н. Особенности антропоэкологии видов и сортов флокса (*Phlox* L.) при интродукции в Сибирском ботаническом саду / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова** // Проблемы современной биологии: материалы III Международной научно-практической конференции. – М. : Спутник+, 2012. – С. 60–63. – 0,16 / 0,08 п.л.

9. **Бутенкова А.Н.** Флокс Друммонда как перспективное растение для озеленения г. Томска / А.Н. Бутенкова // Аграрная наука, образование,

производство: актуальные вопросы : сборник трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. аграрный ун-т, 2013. – Вып. 15 : в 2 т. – Т. 1. – С. 133–135. – 0,17 п.л.

10. **Butenkova A.N.** Possibility of using of *Phlox drummondii* Hook. (Polemoniaceae) in Tomsk landscape gardening / A.N. Butenkova / Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнародної конференції молодих учених (18–22 червня 2013 року). – Щолкіне, 2013. – С. 302–303. – 0,09 п.л.

11. **Бутенкова А.Н.** Морфология и всхожесть семян флокса Друммонда (*Phlox drummondii* Hook., Polemoniaceae) / А.Н. Бутенкова // Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы : труды Международной научно-практической конференции, посвящённой 125-летию кафедры ботаники (Томск, 12–15 ноября 2013). – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2013. – С. 22–24. – 0,18 п.л.

12. Беляева Т.Н. Итоги интродукции флокса (*Phlox* L.) в Сибирском ботаническом саду / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова** // Phlox–2014 : материалы Всероссийского научно-практического совещания по флоксам, Москва, 21–24 июля 2014 г. / отв. ред. В.С. Новиков. – М. : Ботанический сад МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. – С. 35–38. – 0,24 / 0,12 п.л.

Методическое пособие:

13. Беляева Т.Н., Особенности агротехники и ассортимент флоксов для лесной зоны Западной Сибири : методическое пособие / Т.Н. Беляева, **А.Н. Бутенкова** // Основы зеленого строительства : рекомендации в помощь озеленителям населенных пунктов и образовательных учреждений Томской области / под ред. С.Н. Сафронова. – Томск : Красное знамя, 2009. – С. 54–59. – 0,43 / 0,21 п.л.

Подписано в печать 17.10.2014 г.
Формат А4/2. Ризография
Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 17/10-14
Отпечатано в ООО «Позитив-НБ»
634050 г. Томск, пр. Ленина 34а